ТОМИСЛАВ Л. РАКИЋЕВИЋ*

КЛИМА БЕОГРАДА И ТРЕНД ГЛОБАЛНОГ КЛИМАТА

Увод

Савремене промене климата (узроци, последице и прогнозе истих), последњих година су у жижи светских научних истраживања. Проблематика климатских промена преокупација је не само климатолога - географа и метеоролога, већ и агронома, шумара, хидролога, биолога, медицинара, грађевинара, архитеката, социолога, политичара. Сем тога, међу стручњацима постоји неуобичајено висок степен сагласности да савремено глобално отопљавање климе углавном настаје под утицејем антропогеног фактора, односно изазвано је тзв. ефектом стаклене баште. Истина, има мишљења да се овај утицај преувеличава, да није доказан, да далеко највећи део угљендиоксида антропогеног порекла, који доспева у атмосферу коришћењем фосилних горива(угља, нафте, гаса), упијају воде Светског океана и узимају зелене биљке у процесу фотосинтезе, па "остатак" не може довести до осетног глобалног пораста температуре ваздуха итд.

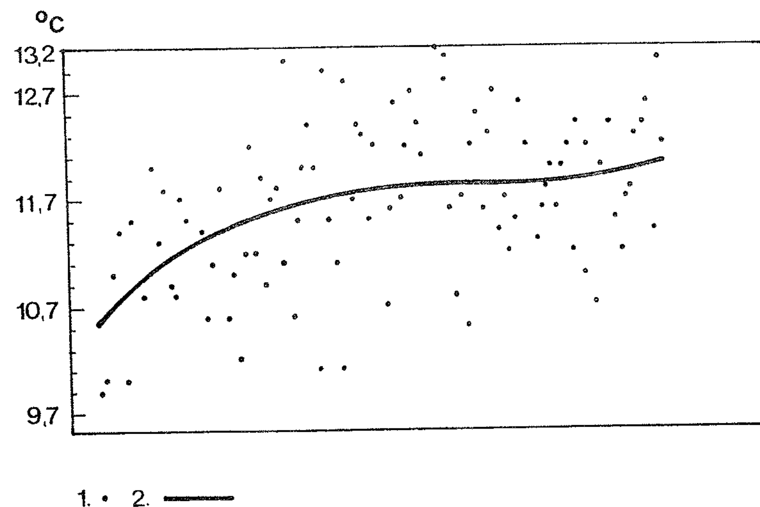
У сваком случају глобално отопљавање није последица само антропогених фактора и ефекта стаклене баште. Такво схватање је једнострано, није тачно и не сме да пређе у догму. Антропогени фактори, у општој промени климе на Земљи, могу бити и доминантни, али никако једини.

Све је топлије на Земљи, у Европи и Београду

Током последњих 100-150 година отопљавање је захватило читаву планету. На ово указује повлачење ледника у веће висине на многим планинама умереног појаса, опште издизање нивоа Светског океана, опадање нивоа воде у готово свим уворним језерима, надирање шума ка тундрама у вишим географскм ширинама, смањивање површина под стално замрзнутим земљиштем на северу Евразије, а потврђују подаци о температури ваздуха добијени непосредним мерењима широм глобуса. Тако су британски климатолози са Универзитета"East Anglia" у Норичу, на основу података о температури ваздуха са 1000 метеоролошких станица размештених у свим деловима света (на копну и специјалним бродовима на океанским пучинама), утврдили да је температура ваздуха на Земљи у тзв. инструменталном периоду, тј. током последњих 150 година, порасла за 0,6 ^{0}C (1). У Аустралији, где се разумљиво, као континенту са најмање падавина, посвећује изузетна пажња изучавању климе, климатских промена и колебања, "Међународни

* Др **Томислав Ракићевић,** редовни професор, Географски факултет, Београд.

тим научника" је на основу података са 1220 метеоролошких станица, у сеоским подручјима (како је наглашено), на северној и јужној полулопти, установио да је клима на Земљи у последњих 100 година постала топлија за 0,5 ^{0}C (2). На састанку у Женеви (новембра1988. г.), представници 30 земаља закључују да је савремено отопљавање углавном последица ефекта стаклене баште и да је садашња просечна глобална температура ваздуха за 0,6 ^{0} C виша него што је била пре 100 година (3). Недавно је Центар за проучавање животне средине при Универзитету у Франкфурту, објавио "Атлас климатског тренда Европе 1891-1990. г.", у којем се приказује да је током последњих 100 година температура ваздуха над Европом порасла у просеку за 0,5 ^{0} C (4). Све чешћа дуга и жарка лета, као и зиме са све мање снега, учинили су да је француски климатолог T. Renaud закључио "не само да се са великом вероватноћом може говорити о отопљавању климата", већ су по њему промене климе такве природе да се пита: "је ли Француска и даље у умереном појасу?" (5).

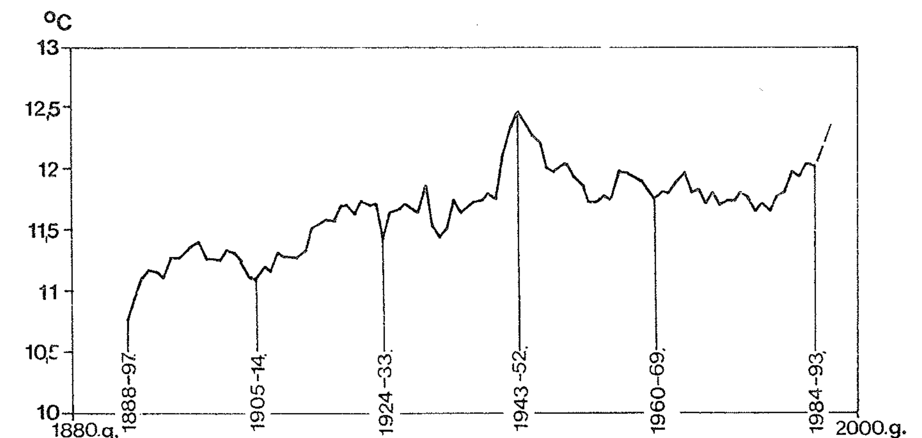


Ск.1 Стогодишњи тренд пораста температура ваздуха у Београду (1) и вредности годишњих температура (2) у периоду 1888-1993.г.

Систематска мерења температуре ваздуха у Београду "започета су јула 1887. године" (6,17). Непрекидни низ осматрања од 106 година (1888-1993. г.) показује да је вековни ход температуре ваздуха нашег главног града у складу са глобалним трендом отопљавања климата. Наиме, просечна температура ваздуха у Београду (период 1888-1993. г.), износи 11,6 ^{0}C. Када поменути период од 106 година поделимо на два полупериода од по 53 године, у првом (1888-1940. г.), просечна температура је износила11,4 ^{0} C, да би у другом (низ 1941-1993. г.), достигла 11,9 ^{0}C. Дакле, Београд је у протеклом столећу, као и Европа узета у целини, постао топлији за 0,5 ^{0}C.

Пораст температуре ваздуха на Земљи у протеклих 100 - 120 година није био константан. Наиме, отопљавање је почело крајем прошлог века, да би у тридесетим годинама нашег столећа достигло максимум (7,10), са просечном температуром ваздуха вишом за 0,6 ^{0}C у односу на крај 19. века. Зтим долази до снижавања температура све до почетка 60-тих година и поред тога што је емисија угљен-диоксида и других гасова, који изазивају ефекат стаклене баште, непрекидно расла. Ово захлађење било је значајно и релативно брзо, па се у стручној литератури појављују радови с насловима: "Климат Земље постаје хладнији","Да ли смо на прагу новог леденог доба?" и сличним. Међутим, од средине 60-тих година настаје ново отопљавање, које у вековном ходу температуре ваздуха, достиже максимум крајем 80-тих година. Тако се декада 1981-1990. г. исказује као најтоплија на нашој планети у XX веку. Односно, почетком 1991. године Американа национална управа за аеродинамику и космичка истраживања (NASA) и Британски метеоролошки завод објављују да су 1990. године просечне температуре на Земљи биле више од свих до тада забележених, а шест од седам најтоплијих година, за које постоји евиденција, биле су регистроване између 1981. и 1990. године (8).

Међутим, вековни ход температуре ваздуха у Београду био је нешто другојачији. Наиме, крајем прошлог и почетком XX века, температуре у нашем главном граду биле су релативно ниске, али са тенденцијом постепеног пораста. Просечна температура 30-огодишњег низа (1888-1917. г.) износила је 11,1 ^{0}C (9,70). Затим наступа тренд осетнијег отопљавања, које свој максимум достиже почетком 50-тих година. Тако да је 10-огодишњи просек (1943-1952. г.), достигао вредност од чак 12,4 ^{0}C . У њему су 1950. и 1951. година са са највишим средњим температурама од 13,2 ^{0}C и 13,1 ^{0}C у читавом изучаваном низу (1888-1993. г), затим 1952. година са температуром од 12,8 ^{0}C итд.



Ск.2 Вековни ход температура у Београду приказан методом уравњавања по десетогодишњим просецима.

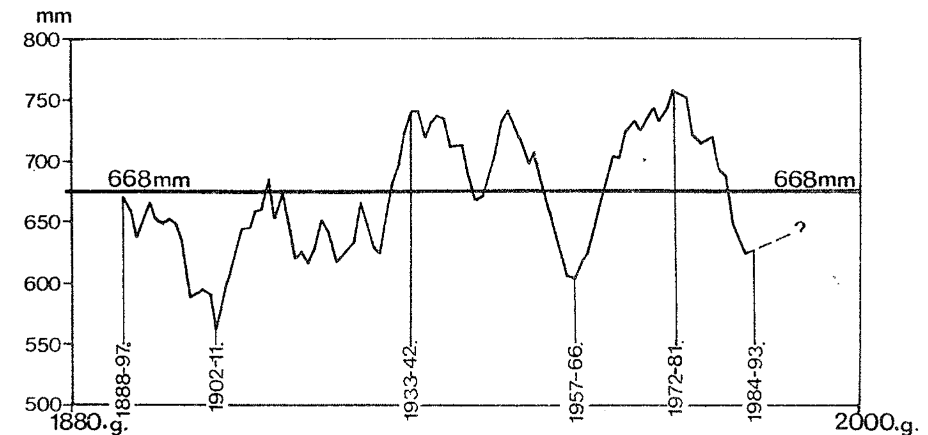
Дакле, период изразитог отопљавања климата у Београду закаснио је за читаву декаду у односу на глобални максимум. После температурног максимума почетком 50-тих година дошло је до постепеног "захлађења" које се "зауставља" почетком 70-тих година, да би у последњој декади изучаваног вековног низа, дошао до изражаја тренд осетног отопљавања. Међутим, декада 1981-1990. година у Београду није била тако изразито топла као што је то био случај на Земљи у целини. У њој је регистрована само једна (1990. г.), од 10 најтоплијих година које су се јавиле у изучаваном вековном низу. Ако се задржи тренд закашњавања температурног максимума у Београду у односу на глобални максимум (као што је био случај средином XX века), можемо очекивати да ће последња декада (1991-2000. г), текућег миленијума у нашем главном граду бити изразито топла. Ово је увелико већ наговестио њен почетак. Наиме, 1992. година се просечном температуром од 13,0 ^{0}C, сасвим се приближила најтоплијим годинама (1950. и 1951.) регистрованим у Београду.

Колебање падавина

Док температуре ваздуха имају тренд општег пораста, што је довело до глобалног отопљавања климата, падавине у неким регионима показују тенденцију смањивања, а у другим се њихова количина повећава. На пример, у последњих 70 година количина падавина је смањена у Африци, Јужној Америци, југоисточној и централној Азији, а повећана (за 20 до 70 mm) у западној Европи, западној Аустралији и јужним деловима САД (10). У НР Кини за последњих 40 година, према подацима са 160 кишомерних станица, годишња сума падавина је смањена за 50 mm (11).

У Беогреду, у 100- годишњем периоду (1891-1990. г.), годишња сума падавина повећана је у просеку за 40 mm и 6,2 %. Односно, "порасла је" са 645 mm у првом полувековном периоду (1891-1940. г.), на 685 mm у периоду 1941-1990. г.(12,31). Дакле, у нашем главном греду, свакако и у његовој околини, као и у западној Европи, присутан је тренд пораста падавина. Разуме се реч је о просечним вредностима. У суштини, током стогодишњег низа смењивали су се влажнији са сушнијим периодима различите дужине трајања. Тако се у Београду, током периода 1888-1993. година, сменило 10 циклуса различите влажности и дужине трајања. Влажним периодима сматрамо оне временске интервале у којима је број година са сумом падавина изнад просечних стогодишњих вредности, односно се тзв. позитивним аномалијима, вишеструко већи од броја година са негативним аномалијама или одступањимна. На пример, у последњем 11-огодишњем циклусу (1983-1993. г.), који се са просечном сумом падавина од 615 mm, издваја као један од изразито сушних, било је 8 година са негативним и 3 године са позитивним аномалијама. Овом циклусу претходио је влажнији 19-огодишњи период са просечном сумом падавина од 740 mm. У њему је 16 година имало позитивне а само 3 године негативне аномалије. Наступио је након кратког, изразито сушног циклуса (1957-1963.), са 565 mm падавина у коме је свих 7

година имало негативне аномалије. Овом циклусу је претходио такође кратак, али изванредно влажан период (1951-1956. г.), са 780 mm падавина и свих 6 година са позитивним аномалијама. Најсушнији циклус (у низу 1888-1993. г.), био је период 1902-1911. г, са просечном сумом падавина од 564 mm. Чинило га је 8 година са негативним, а само 2 године са позитивним аномалијама итд (12, 36). Иначе, просечна 100-годишња сума падавина у Београду (период 1899-1990.), износи 668 mm.

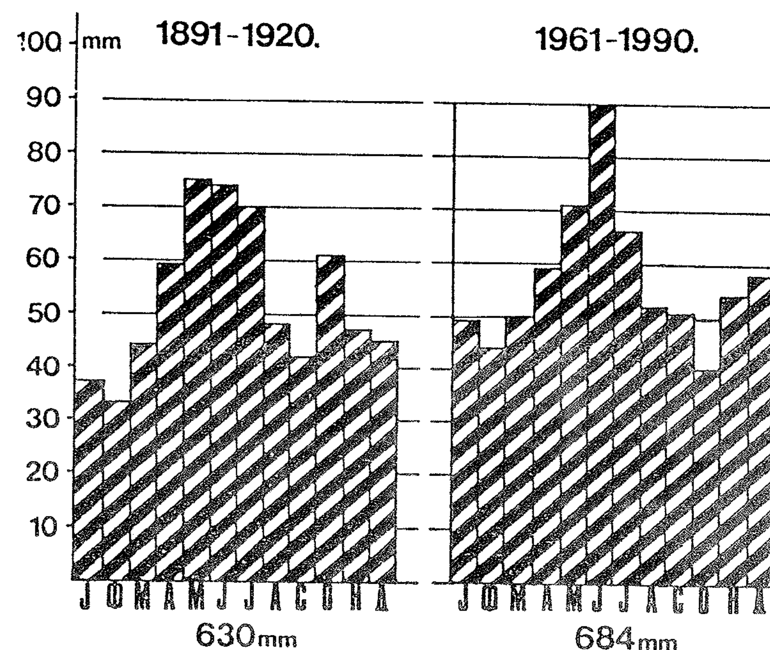


Ск. 3 Колебање падавина у Београду (период 1888-1993. г.), приказан методом уравњавања по десетогодишњим просецима, са сменом влажнијих и сушнијих циклуса.

Претпостављамо да ће се благи тренд пораста падавина са сменом влажнијих и сушнијих периода, у виду циклуса различите дужине трајања, наставити и у наредним деценијама.

Ако се 30-огодишњи периоди, који почињу јединицом а завршавају нулом, могу сматрати репрезентативним, као што препоручује Светска метеоролошка организација, упоређивањем првог (1891-1920. г.) и последњег (1961-1990. г.) оваквог периода у изучаваном вековном низу (1891-1990. г.), видимо да је у Београду дошло не само до промене у годишњој суми падавина, већ и у плувиометријском режиму. Наиме, у првом 30-огодишњем периоду (1891-1920.), просечна годишња количина падавина била је 630 mm, што је за 54 mm или 8,6 % мања сума у односу на 684 mm колико је имао период 1961-1990. г. Сем тога, у периоду 1891-1920. г, главни максимум падавина је био у мају, секундерни у октобру, а главни минимум у фебруару. У периоду 1961-1990. главни максимум падавина је померен на јуни, а секундарни на децембар. Док је главни минимум падавина у октобру. Дакле, у месецу у коме је био секундарни максимум падавина у периоду 1891-1920. г. Уопште, зимски месеци (децембар, јануар, фебруар), у периоду 1961-1990. г, знатно су влажнији и топлији у односу на период 1891-1920. г, чиме је континенталност климата Београда значајно ублажена. На другој страни, октобар и септембар са најмањим сумама падавина "продужују лето", што се позитивно одражава на сазревање и квалитет кукуруза, шећерне репе,

грожђа, воћа, као и на обављање јесење сетве озимих култура у оптималним роковима.



Ск. 4 Плувиометријски режим Београда за периоде 1891-1920. и 1961-1990. г.

Дакле, судећи према просечним вредностима главних климатских елемената (температура и падавина), као и њихових режима, можемо рећи да се климат Београда постепено приближава свом оптимуму, тј. временским условима какви су за наше ширине били карактеристични пре око 5000 година, при којима су просечне годишње температуре биле више за 1,1 до 1,2 ^{0}C у односу на садашње, а суме падавина веће за 50 до 100 mm (13, 49).

Тренд облачности

Облачност одлучујуће утиче на радијациони режим, а тиме и на температуру ваздуха и њена колебања. Глобално отопљавање изазвало је повећано испаравање, првенствено са океанских и морских површина, што је довело до веће влажности и нестабилности ваздуха. Ово је допринело и приметно повећаној облачности на Земљи, поготову у вишим географским ширинама.

Осматрања на 350 метеоролошких станица у Европи, Северној Америци, Азији и Аустралији, током периода 1900-1985. г, показују да се облачност повећала на 86 % станица, а смањила или остала непромењена, на само 14 % метеоролошких станица (14). У Београду облачност се такође

повећава: у периоду 1891-1940. г, износила је 5,8 (15, 124), да би у периоду 1941-1990. г, достигла 6,1. Дакле, климат Београда прати глобални тренд облачности.

Повећана облачност у нашем главном граду вероватно је узрок увећаној количини падавина, као и постепеном смањивању осунчавања (16, 17). Наиме, дужина трајања сунчева сјаја у Београду, у 30-огодишњем периоду (1926-1955. г.), износила је просечно 2.152,0 ^{h}, а у периоду 1956-1985. г. 2.023,3 сата годишње. Односно, дужина осунчавања је умањена за 138,7 сати годишње или близу 23 минута дневно.

С обзиром на глобално отопљавање климата и у вези с њим повећано испаравање, као и на све већу замућеност ваздуха, може се у наредним деценијама очекивати тренд даљег постепеног пораста облачности. Повећана облачност свакако ће ослабити интензитет сунчевог зрачења, што може значајно успорити, па чак и зауставити глобално отопљавање наше планете. Такође, повећана облачност може значајно утицати на количину и режим падавина. Уосталом, сматра се да предстојеће промене климата у великој мери зависе од "понашања" облачности, што управо, прогнозу климе, за наредне деценије и 21. век, чини сложенијом и мање поузданом.

Закључак

Климат Беогреда прати тренд глобалног отопљавања. Температуре ваздуха у њему, током протеклог столећа, у просеку су постале више за 0,5 ^{0}C. Међутим, за вековни ход температуре у нашем главном граду, карактеристична су и "регионална одступања", која се огледају у "закашњавању" температурних максимума у односу на глобалне максимуме.

Са повећаном просечном сумом падавина (за 40 mm у протеклих 100 година), смењивањем влажнијих и сушнијих периода различите дужине трајања, као и облачношћу са тенденцијом постепеног пораста, климат Београда се уклапа у савремене трендове климе западне Европе, које ће вероватно задржати и у првим декадама 21. века.

ЛИТЕРАТУРА

1) D. P. Jones: **The influence of ENSO on global temperatures**, Clim. Monitoring 17, No 3, 1988. (према Реф. жур. 07. География, 11, Москва, 1990.)
2) B. Walker: **National global change profile**: Australian global change research. (према Реф. жур. 07. География, 7, Москва, 1991.)
3) F. Cristopher: **Slowing global warming** (према Реф. жур. 07. География, 7, Москва, 1991).
4) Према Реф. жур. 07. География, 10, Москва, 1993.
5) T. Renaud: **La France n'est elle plus in pays tempéré**. (према Реф. жур. 07. География, 8, Москва, 1990.)

6) **Метеоролошка опсерваторија у Београду: 100 година Метеоролошке опсерваторије у Београду**, Републички хидрометеоролошки завод, Београд, 1987.
7). М. И. Будыко: **Изменения климата**. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1980.
8) J. Trefil: **Будућа клима на Земљи**. Преглед, Амбасада САД у Београду, бр, 256, Београд, 1992.
9) Т. Ракићевић: **Савремено отопљавање климе, не примеру Београда**, Зборник радова, Географски факултет ПМФ, св. 37/38, Београд, 1990/1991.
10) Hew Science, No 3, 1992. (према Реф. жур. 07. География, 10, Москва, 1993.)
11) Lin Xuechun, Yu Shuqiu: **Климатическии тренд в Китае в последние 40 лет**. (према Реф. жур. 07. География, 9, Москва, 1991.)
12) Т. Ракићевић: **О аномалијама падавина у Београду**. Гласник Српског географског друштва, св. LXXIV, No 1, Београд, 1994.
13) А. А. Величко, В. А.Климанов: **Климатические условия северного плушаря 5-6000 лет назад**. Известия АН СССР, Серия географическая, Но 5, Москва, 1990.
14) Geogr. Journal, No 3, 1992. (према Реф. жур. 07. География, 11-12, Москва, 1993.)
15) П. Вујевић: **Средње десетогодишње вредности главних климатских елемената у Београду за период 1891-1960**. Глас CCLXV, САНУ, Оделење природно-математичких наука, књ. 29, Београд 1966.
16) Т. Ракићевић: **Инсолација у Беогреду**. Зборник радова Географског института ПМФ, св. 34-35, Београд 1987/1988.
17) **Метеоролошка опсерваторија у Београду: Подаци о температурама и падавинама за Београд у периоду од 1888. до 1993. године**, Београд.

Tomislav L. Rakićević

BELGRADE CLIMATE AND GLOBAL CLIMATE TREND

Summary

Contemporary changes of Belgrade climate following global climate trends in essence. The average air temperature become higher for 0,5 ^{0}C in Belgrade during last 100 years (period 1981-1990).

But for century passage of time of temperatures are characteristics "regional" deviation. While global rise of temperatures on the end of past century riched own maximum in the middle of 30th and on the beginning of 40th, he has registrated in Belgrade on the beginning of 50th. Afterwards, decade 1981-1990. was distinguish oneself as the wormest on the Earth in last 140 years. However, it isn't case in Belgrade. Judging by own beginning and tardiness tendency of maksimum temperatures for global maksimum, it will be last decade (1991-2000) in XX century.

Average years sum of precipitation increased for 40 mm or 6.2 % before 645 mm to now 685 mm in Belgrade during last 100 years (1891-1990) and 5 humidly and 5 draughtly period different time existing was changed in century passage of time of precipitation. Belgrade climate fits into contemporary trends in western Europe climate change with increased precipitations and cloudiness which also shows increase tendency (with 5.8 on 6.1), and it will be the same in a few first decades of XXI century.